

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

012629579 **Image available**
WPI Acc No: 1999-435683/*199937*
XRPX Acc No: N99-325005

Lighting system used in projection exposure system for manufacturing apparatus of various semiconductor devices - has illuminating unit that radiates beams from multibeam generator on top of irradiation surface after illuminance distribution of desired scale factor is projected on incidence plane of multibeam generator

Patent Assignee: CANON KK (CANO)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 11176721	A	19990702	JP 97361944	A	19971210	199937 B

Priority Applications (No Type Date): JP 97361944 A 19971210

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 11176721	A		9	H01L-021/027	

Abstract (Basic): JP 11176721 A

NOVELTY - The lighting system has an illuminating unit (8) that laminates and irradiates the beams from a multibeam generator (7) on top of an irradiation surface (9). A zoom optical system (15) projects an illuminance distribution for a predetermined surface on the plane of incidence of the multibeam generator in desired scale factor. DETAILED DESCRIPTION - An emission angle preservation optical element (2) emits the beam from a light source (1) at a fixed release angle. A condensing optical system (3) condenses the beam from the emission angle preservation optical element. A diffraction optical element (4) and a relay optical system (41) form the desired illuminance distribution on the predetermined surface using the beam from the condensing optical system. An INDEPENDENT CLAIM is included for the projection exposure system using the lighting system.

USE - Used in projection exposure system for manufacturing apparatus of various semiconductor devices e.g. integrated circuit IC, large-scale integration LSI, charge-coupled device CCD, liquid crystal panel, magnetic head.

ADVANTAGE - Has enhanced uniformity in optical intensity distribution within beam, equalized illuminance distribution on irradiated surface, and improved condensing efficiency. Ensures efficient and uniform illumination since thin diffraction optical element made of nitric material is used for stable beam projection angle even when there is variation in the beam emitted from the light source. Obtains vacuum ultraviolet area with low rate of transperence. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure is a schematic diagram showing the principal part of the lighting system. (1) Light source; (2) Emission angle preservation optical element; (3) Condensing optical system; (4) diffraction optical element; (7) Multibeam generator; (8) Illuminating unit; (9) Irradiation surface; (15) Zoom optical system; (41) Relay optical system.

Dwg.1/9

Title Terms: LIGHT; SYSTEM; PROJECT; EXPOSE; SYSTEM; MANUFACTURE; APPARATUS ; VARIOUS; SEMICONDUCTOR; DEVICE; ILLUMINATE; UNIT; RADIATE; BEAM; MULTIBEAM; GENERATOR; TOP; IRRADIATE; SURFACE; AFTER; DISTRIBUTE; SCALE; FACTOR; PROJECT; INCIDENCE; PLANE; MULTIBEAM; GENERATOR

Derwent Class: T03; U11; X26

International Patent Class (Main): H01L-021/027

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): T03-A04A1B; U11-C04C2; U11-C04E1; X26-D01

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-176721

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 1 L 21/027

識別記号

F I

H 0 1 L 21/30

5 1 5 D

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-361944

(22) 出願日 平成9年(1997)12月10日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 辻 俊彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

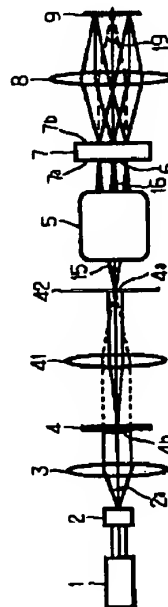
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 照明装置及びそれを用いた投影露光装置

(57) 【要約】

【課題】 被照射面を照明光束の有効利用を図りつつ、均一に照明することができ、半導体デバイスの製造に好適な照明装置及びそれを用いた投影露光装置を得ること。

【解決手段】 光源と該光源からの光束を一定の発散角度で射出する射出角度保存光学素子と、該射出角度保存光学素子からの光束を集光する集光光学系と、該集光光学系からの光束を用いて所定面上に所望の照度分布を形成する回折光学素子及びリレー光学系と、該所定面上の照度分布を多光束発生手段の入射面に所望の倍率で投影するズーム光学系、そして該多光束発生手段の射出面からの光束を照射面上に重ね合わせて照射する照明手段とを有していること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と該光源からの光束を一定の発散角度で射出する射出角度保存光学素子と、該射出角度保存光学素子からの光束を集光する集光光学系と、該集光光学系からの光束を用いて所定面上に所望の照度分布を形成する回折光学素子及びリレー光学系と、該所定面上の照度分布を多光束発生手段の入射面に所望の倍率で投影するズーム光学系、そして該多光束発生手段の射出面からの光束を照射面上に重ね合わせて照射する照明手段とを有していることを特徴とする照明装置。

【請求項2】 前記ズーム光学系によって前記所定面からの光束を前記多光束発生手段の入射面へ投影するときの投影倍率の変化に基づいて、発散角度の異なる射出角度保存光学素子に切り替えて、前記多光束発生手段への入射光束の開口数を調整していることを特徴とする請求項1の照明装置。

【請求項3】 前記回折光学素子を複数個有し、これらの中から1つを光路中に選択配置することにより前記多光束発生手段の入射面上における照度分布を変化させていることを特徴とする請求項1の照明装置。

【請求項4】 前記射出角度保存光学素子は複数の微小レンズを2次元的に配列したハエ目レンズより成っていることを特徴とする請求項1の照明装置。

【請求項5】 前記回折光学素子は位相型、又は振幅型の計算機ホログラムより成っていることを特徴とする請求項1の照明装置。

【請求項6】 前記多光束発生手段は複数の微小レンズを2次元的に配列したハエ目レンズより成り、入射光束を多光束に分割して射出させていることを特徴とする請求項1の照明装置。

【請求項7】 請求項1～6のいずれか1項記載の照明装置からの光束によって照明された被照射面上に設けた第1物体面上のパターンを投影光学系により第2物体面上に投影していることを特徴とする投影露光装置。

【請求項8】 請求項1～6のいずれか1項記載の照明装置からの光束によりレチクル面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系によりウエハ面上に投影し、露光した後に該ウエハを現像処理工程を介してデバイスを製造していることを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は照明装置及びそれを用いた投影露光装置に関し、例えばIC、LSI、CCD、液晶パネル、磁気ヘッド等の各種のデバイスの製造装置である、所謂ステッパーにおいて、照明装置からの真空紫外域の露光光で均一照明したフォトマスクやレチクル等の原版（以下「レチクル」という）上の回路パターンを感光剤を塗布したウエハ面上に投影転写し、デバイスを製造する際に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】半導体素子の製造用の投影露光装置では、照明系からの光束で電子回路パターンを形成したレチクルを照射し、該パターンを投影光学系でウエハ面上に投影露光している。この際、高解像力化を図る為の一要件としてウエハ面上を均一に照射することがある。

【0003】この種の投影露光装置で用いられる照明装置では、従来より照射面（レチクル面又はウエハ面）を均一に照射するための種々の方法がとられている。例えば、ステッパーと呼ばれる投影露光装置では、コリメータレンズと複数の微小レンズを所定のピッチで配列したオプティカルインテグレータとを組み合わせた照明系を用いて、被照射面を均一に照射している。

【0004】照明装置に、このようなオプティカルインテグレータを用いることにより、微小レンズの個数に相当するだけの複数の2次光源を形成し、該2次光源からの光束で被照射面を複数の方向から重畳して照明して、照度分布の均一化を図っている。

【0005】又、この照度分布の均一性を内面反射型のインテグレータと振幅分割型のインテグレータとを用いて向上させた照明装置が、例えば、特開昭64-193号公報や特開平1-295216号公報や特開平1-271718号公報や特開平2-48627号公報等で提案されている。

【0006】図9は本出願人が先に特願平9-69671号で提案した内面反射型及び振幅分割型の各インテグレータを用いる照明装置の部分的概略図である。

【0007】同図において、レーザー光源101を発生したレーザー光は、レンズ系107により内面反射型インテグレータである光パイプ110の光入射面のわずかな手前に一旦収束した後、発散して光パイプ110に、その内面反射面に所定の発散角度を成して入射する。

【0008】光パイプ110に入射した発散したレーザー光は光パイプ110の内面で反射しながら伝播するので、光パイプ110は光軸と垂直な平面、例えば平面113にレーザー光源101に関する虚像を複数個形成する。

【0009】光パイプ110の光射出面110'では、複数の虚像即ち見掛け上の複数の光源から恰も射出したかのように見える複数のレーザー光束が重ね合わさる。従って、光パイプ110の光射出面110'には強度分布が均一な面光源が形成される。

【0010】コンデンサレンズ105と開口絞り111とフィールドレンズ112とにより光パイプ110の光射出面110'と振幅分割型インテグレータであるフライアイレンズ114の光入射面106とが光学的に共役関係になっている。これによって光射出面110'の均一な強度分布の面光源をフライアイレンズ114の光入射面106上に結像して、フライアイレンズ114の光入射面106に断面の強度分布が均一な光を入射してい

る。フライアイレンズ114は、その光射出面に複数の光源(2次光源)を形成し、不図示のコンデンサーレンズ系が複数の光源からの光束を不図示のレチクル上に重ね合わせて該レチクルのパターン全体を均一な光強度で照明している。

【0011】又、レンズ系107によるレーザ光の発散角度及び光パイプ110の長さや幅を考慮して光パイプ110の形状を決定して、各光源から光入射面106の各点に進む個々のレーザ光の光路長差がレーザ光の有するコヒーレンス長以上になるようにしている。これより時間的コヒーレンスを低下させて、光入射面106上でのスペックルの発生を抑えている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】最近の超しSI等の高集積化を図った半導体素子の製造には、回路パターンの焼き付けの際に要求される照度分布の均一性に極めて高いものが要求されている。

【0013】図9に示す照明装置において、光パイプの射出面において均一な面光源を形成するためには、発散光束の内面反射回数が多いいほどよい。そのためには径を固定して光パイプの長さを長くすれば良いが、長くすると吸収により透過率が低下してくる。このためにある程度以上の長さにすることができない。

【0014】即ち、透過率を優先すると長さ不足となり結果的に均一な面光源を得るのが難しくなる。

【0015】又、レーザ光源に依存する光束の変動があると被照射面(106)への光束入射角度が変動してくる。そうすると被照射面106での照度ムラが発生してくる。

【0016】本発明は本出願人が先に提案した照明装置を更に改良し、光束内の光強度分布の均一性を高め、被照射面上の照度分布の均一化を図るとともに、集光効率の向上を図った半導体デバイスの製造装置に好適な照明装置及びそれを用いた投影露光装置の提供を目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の照明装置は(1-1)光源と該光源からの光束を一定の発散角度で射出する射出角度保存光学素子と、該射出角度保存光学素子からの光束を集光する集光光学系と、該集光光学系からの光束を用いて所定面上に所望の照度分布を形成する回折光学素子及びリレー光学系と、該所定面上の照度分布を多光束発生手段の入射面に所望の倍率で投影するズーム光学系、そして該多光束発生手段の射出面からの光束を照射面上に重ね合わせて照射する照明手段とを有していることを特徴としている。

【0018】特に

(1-1-1)前記ズーム光学系によって前記所定面からの光束を前記多光束発生手段の入射面へ投影するときの投影倍率の変化に基づいて、発散角度の異なる射出角

度保存光学素子に切り替えて、前記多光束発生手段への入射光束の開口数を調整していること。

【0019】(1-1-2)前記回折光学素子を複数個有し、これらの中から1つを光路中に選択配置することにより前記多光束発生手段の入射面上における照度分布を変化させていること。

【0020】(1-1-3)前記射出角度保存光学素子は複数の微小レンズを2次的に配列したハエの目レンズより成っていること。

【0021】(1-1-4)回折光学素子は位相型、又は振幅型の計算機ホログラムより成っていること。

【0022】(1-1-5)前記多光束発生手段は複数の微小レンズを2次的に配列したハエの目レンズより成り、入射光束を多光束に分割して射出させていること等を特徴としている。

【0023】本発明の投影露光装置は

(2-1)構成(1-1)の照明装置からの光束によって照明された被照射面上に設けた第1物体面上のパターンを投影光学系により第2物体面上に投影していることを特徴としている。

【0024】本発明のデバイスの製造方法は

(3-1)構成(1-1)の照明装置からの光束によりレチクル面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系によりウエハ面上に投影し、露光した後に該ウエハを現像処理工程を介してデバイスを製造していることを特徴としている。

【0025】

【発明の実施の形態】図1は本発明の照明装置の実施形態1の要部概略図である。同図は照明装置を例として半導体素子(デバイス)製造用の、所謂ステッパーと称される縮小型の投影露光装置に適用したときを示している。

【0026】図中、1は紫外線や遠紫外線等を放射する高輝度の超高圧水銀灯やエキシマレーザ等の光源(光源手段)である。

【0027】2は射出角度保存光学素子であり、入射光束を射出角度を一定にして射出している。3は集光光学系であり、射出角度保存光学素子2から所望の射出角度2aで出射した光束を集光して回折光学素子4に導光している。

【0028】41はリレー光学系であり、回折光学素子4からの光束をアパーチャ42に導光している。これによってアパーチャ42上に後述するように種々の形状の照度分布が形成している。尚、リレー光学系41を用いずに回折光学素子4からの光束を直接アパーチャ42に導光して、その面上に所望の照度分布を形成しても良い。

【0029】5はズーム光学系であり、アパーチャ42からの光束をハエの目レンズ等の多光束発生手段7の入射面7aに種々の倍率で投影結像している。多光束発生

手段7はその射出面7bに均一な照度分布の光源像を形成している。8はコンデンサーレンズ等を含む照射手段であり、多光束発生手段7からの光束を集光してマスクあるいはレチクル等（以下「レチクル」という）の被照射面9を照明している。

【0030】被照射面9に配置したレチクルに描かれたパターンを投影光学系（不図示）により感光基板（ウエハ）上に縮小投影している。

【0031】尚、ズーム光学系5、多光束発生手段7、そして照射手段8は光学手段の一要素を構成している。

【0032】次に図1に示した各要素の構成について説明する。

【0033】射出角度保存光学素子2は図2（A）に示すようにアパーチャ（絞り）21とレンズ系22から構成している。そして入射光束が例えば光束27（光軸27a）から光束28（光軸28a）と光軸と直交する方向に微小変動して入射したとしても、それより射出される光束の射出角度29aが一定となる光学性質をもっている。

【0034】また、射出角度保存光学素子2は図2（B）に示すように、複数の微小レンズ23より成るハエの目レンズで構成してもよく、この場合は光束の射出角度29bはハエの目レンズ23の形状により決定される。この場合も入射光束の光軸が微小変動して光束27（光軸27a）又は、光束28（光軸28a）の状態に入射したとしても、射出される光束の射出角度29bが一定となっている。

【0035】回折光学素子4は、例えば、入射光束をリレー光学系41を介してアパーチャ42の位置に円形や輪帯等の所望の照度分布を発生させるようにあらかじめ設計された、計算機ホログラム等から成り、振幅分布型や位相分布型のキノフォーム等を用いている。

【0036】図3（A）、（B）は各々回折光学素子4の説明図である。図3（A）に示す回折光学素子は位相型の計算機ホログラム（Computer Generated Hologram, CGH）を用いた例であり、位相分布を濃淡分布として表現してある。計算機ホログラムとは、物体光と参照光との干渉による干渉縞パターンを計算して描画装置により直接出力することで作られるホログラムである。再生光として所望の照度分布を得るための干渉縞形状はコンピュータによる反復計算を用いて最適化することで容易に求めている。図3（B）に示す回折光学素子は、位相型CGHを用いた例であり、その断面形状の例を模式的に示している。このように断面を階段状とし、その作製に半導体素子の製造技術が適用できるようにして、微細なピッチも比較的容易に実現している。

【0037】ここで回折光学素子4により、アパーチャ42の位置に所望の照度分布を発生させるということは、例えば図4（A）に示す円形照度分布、又は図4（B）に示す輪帯照度分布、又は図4（C）に示す四重

極と呼ばれる照度分布等、露光に好的な分布を含む。これらは後述するズーム光学系5により多光束発生光学系7の入射面7aに投影されることで、所謂露光装置の照明系における変形照明を達成している。又、これらの異なる照度分布を形成する複数の回折光学素子を、図1には不図示のターレット等の切り替え手段により切り替えることで、照明条件を種々と変更している。

【0038】回折光学素子4に入射した光束は、計算された振幅変調ないしは位相変調を受けて回折し、リレー光学系41を介して、アパーチャ42の位置に分布内で強度が均一な、図4で示したような所望の照度分布を形成する。ここで回折光学素子4とアパーチャ42の位置は、互いにフーリエ変換面の関係になるように配置している。

【0039】次にズーム光学系5の倍率変化について述べる。回折光学素子4により形成される均一な所望の照度分布を持つ射出面4aを、ズーム光学系5により所望の倍率で多光束発生光学系7の入射面7a上へ均一光源像6として投影する。ここでいう所望の倍率とは、被照射面9への照射光束の入射角度19が露光に最適値になるように均一光源像6の大きさを設定する倍率である。

【0040】さて所望の倍率mに対してズーム光学系5への入射角度15により決まる入射側NAをNA'、射出角度16により決まる射出側NAをNA''とすると、 $NA' = m \cdot NA''$ （1）

が成立する。ここで射出角度16の大きさは多光束発生手段7の入射NAを越えない範囲で、できるだけ近い値であることが照明効率の観点から望ましいので、射出角度16の値は多光束発生手段7に依存した最適角度に設定している。従って（1）式により示されるように、ある条件における露光に最適な倍率が決まると、アパーチャ42からの射出角度15の最適角度も決まることになる。

【0041】本実施形態では、ズーム光学系5への入射角度15の値は、回折光学素子4へ入射する光束の照射領域4bの大きさに依存しており、その大きさは射出角度保存光学素子2の射出角度2aに依存していることを利用して、射出角度保存光学素子2を照明条件を種々と切り替えることにより、照射領域4bの大きさを変えることにより達成している。これについては図5を用いて後述する。

【0042】多光束発生手段7は複数の微小レンズよりなるハエの目レンズやファイバー束等からなり、その射出面7bは複数の点光源からなる光源面を形成している。尚、本実施形態において多光束発生手段7とは複数の光学軸を有し、且つ、各々の光学軸を中心として有限な面積の領域を有し、各々の領域において各々1つの光束が特定できるような光学素子をいう。

【0043】多光束発生手段7の入射面7a上に均一光

源像6が投影されると、該入射面の照度分布はそのまま射出面7bに転写される。そして多光束発生手段7の射出面7bの各々の微小領域からの射出光束を、照射手段8により被照射面9上に重畳して照射することで、被照射面9上を全体的に均一な照度分布となるように照明している。

【0044】尚、多光束発生手段7の射出面7bは被照射面9上に載置したレチクル面上のパターンをウエハ面上に投影する投影レンズ（不図示）の入射瞳と共役となっている。

【0045】次に前述した射出角度保存光学素子2の切り換え制御について図5（A）、（B）を用いて詳細に説明する。各図において、12aは射出角度12aaが小さい射出角度保存光学素子であり、12bは射出角度12baが大きい射出角度保存光学素子である。その他については図1で説明したものと同様である。

【0046】一般に半導体デバイス製造装置に使用される照明装置においては、被照射面9に入射する光束の入射角度を所望の角度に設定することが要求される。本実施形態においては射出角度保存光学素子2を複数個、用意し、要求に応じてターレット等の手段を利用してこれを切り替えることにより被照射面への入射角度を所望の角度に設定している。

【0047】図5（A）は、被照射面9に入射する光束の入射角度19aが比較的小さい場合（これを σ 値が小さいと称する）を示している。本実施形態において σ 値を小さくするためには、多光束発生手段7の入射面7a上に、アパーチャ42上に形成されている照度分布4aの像6aを小さい倍率で結像する必要がある。これはズーム光学系5の倍率を変えることにより達成している。前述したように射出角度16aの値は多光束発生手段7に依存した最適角度に設定される。

【0048】従って（1）式により示されるように、所望の σ 値を得るための倍率が決まると、回折光学素子4により形成される照度分布4aに基づいてアパーチャ42から光束の発散角度15aも一意に決まる。発散角度15aは回折光学素子4へ入射する光束の幅4abによって決まるので、これを射出角度保存光学素子12aに切り替えて小さい射出角度12aaとすることで光束幅14abが狭くなるように制御している。

【0049】以上により照明効率が高く、且つ入射角度19aの小さい（すなわち σ 値の小さい）照明を行っている。

【0050】また、図4（B）は上記 σ 値が大きい場合の実施形態を示している。この場合は、射出角度12baが大きな射出角度保存光学素子12bに切り換えることにより、射出角度12baを大きくし、これにより回折光学素子4へ入射する光束の幅14bbを大きくして、回折光学素子4により形成される照度分布4aに基づいてアパーチャ42から発散する光束の角度15bを

大きくする。そして照度分布4aの像6bを大きい倍率で光束混合手段7に投影しても、（1）式の関係から射出角度16bは前述の角度16aとほぼ同じにすることが可能である。以上により照明効率が高く、且つ射出角度19bの大きい（即ち σ 値の大きい）照明を行っている。

【0051】このとき、回折光学素子4から発散される光束の発散角度については図5（A）における角度14aと図5（B）における角度14bは同一であることから、照度分布4aのサイズは射出角度保存光学素子2を切り替えても変化しない。尚、この σ 切り替えに応じて所望の照度分布を得るために、必要ならば回折光学素子4もターレット等の不図示の切り替え手段を用いて、角度保存光学素子2の切替と同時に切り替えても良い。

【0052】又、例えば図2（B）で説明したように、レーザ光源1からの光束が外乱により微小変動したとしても、射出角度保存光学素子2からの光束の射出角度は保存されるので図1における回折光学素子4への入射光束幅4bには変動が無く、多光束発生手段7の微小レンズ51の中の光源像全体をマクロに見たときの変動は殆ど無い。従って、被照射面9上の照度分布への影響も無視できる程度に小さくなる。

【0053】このことは、本発明がレーザ光源からの光束の変動に対して非常に安定した系であるという利点を示している。

【0054】図6は本発明の照明装置を用いた半導体デバイス製造用の投影露光装置の実施形態2の要部概略図である。同図において図1で示した要素と同一要素には同符号を付している。

【0055】同図において91はレーザ光源1からのコヒーレントな光束を所望のビーム形状に整形するための光束整形光学系である。92はコヒーレントなレーザ光束をインコヒーレント化するためのインコヒーレント化光学系である。また、93は露光装置の投影光学系であり、94はウエハ等の感光材を塗布した感光基板である。図1と同じ番号のものについては説明を省略する。

【0056】レーザ光源1から射出された光束は、ミラーやリレーレンズから成る光束引き回し光学系（不図示）を経て、光束整形光学系91に入射される。この光束整形光学系91は、複数のシリンドリカルレンズまたは、ビームエキスパンダにより構成されており、光束断面形状の縦横比率を所望の値に変換している。

【0057】そして光束整形光学系91により整形された光束は、ウエハ面94にて光が干渉してスペックルを生じることを防ぐ目的で、インコヒーレント化光学系92に入射され、インコヒーレントな光束に変換される。

【0058】このインコヒーレント化光学系92としては、例えば特開平3-215930号公報に開示されているように、入射光束を光分割面で少なくとも2つの光束（例えばp偏光とs偏光）に分岐した後、一方の光束

を光学部材を介して光束の可干渉距離以上の光路長差を与えてから該分割面に再導光し、他方の光束に重ね合わせて射出されるようにした折り返し系を用いて複数の互いにインコヒーレントな光束を形成する光学系を用いている。

【0059】そのようにしてインコヒーレント化された光束は射出角度保存光学素子2に入射している。

【0060】以下図1ですでに述べた手順により、多光束発生手段7の各々の微小領域からの射出光束は、照射手段8により被照射面9上のレチクルRに重畳して照射され、被照射面9上は全体的に均一な照度分布となるように照明している。

【0061】そして被照射面9上に形成されたレチクルR面上の回路パターン等の情報を有した光束は、投影光学系93により露光に最適な倍率で感光基板94に投影結像して、回路パターンの露光を行っている。

【0062】上記感光基板は不図示の感光基板ステージに真空吸着などで固定されており、紙面上で上下前後に平行移動する機能を持ち、その移動はやはり不図示のレーザ干渉計等の測長器で制御している。

【0063】次に上記説明した投影露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施形態を説明する。

【0064】図7は半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、或は液晶パネルやCCD等）の製造のフローを示す。

【0065】ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【0066】一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前行程と呼ばれ、前記用意したマスクとウエハを用いてリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。

【0067】次のステップ5（組立）は後行程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。

【0068】ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0069】図8は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。

【0070】ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステ

ップ16（露光）では前記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。

【0071】ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返して行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施形態の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを容易に製造することができる。

【0072】

【発明の効果】本発明によれば以上のように各要素を設定することにより、光束内の光強度分布の均一性を高め、被照射面上の照度分布の均一化を図るとともに、集光効率の向上を図った半導体デバイスの製造装置に好適な照明装置及びそれを用いた投影露光装置を達成することができる。

【0073】特に本発明によれば、被照射面への光束入射角度を所望の値に設定することができる、高効率な均一照明を行なうことができる、レーザ光源に依存する光束の変動があっても被照射面への光束入射角度が安定する、高効率な均一照明ができる、パイプの代わりに硝材厚の薄い回折光学素子を用いることで、透明率の低い真空紫外領域においても高効率な照明装置が得られる、等の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の照明装置の実施形態1の要部概略図

【図2】 実施形態1の一部分の説明図

【図3】 実施形態1の一部分の説明図

【図4】 図1のアーチャー面上の照度分布の説明図

【図5】 実施形態1の一部分を交換したときの説明図

【図6】 本発明の照明装置を用いた投影露光装置の実施形態2の要部概略図

【図7】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

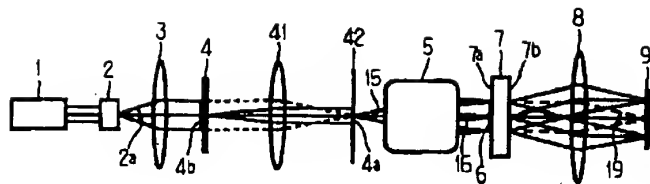
【図8】 ウエハプロセスのフローチャート

【図9】 本出願人の先の提案による照明装置

【符号の説明】

- 1：レーザ光源
- 2：射出角度保存光学素子
- 3：集光光学系
- 4：回折光学素子
- 5：ズーム光学系
- 7：多光束発生光学系
- 8：照射手段
- 9：被照射面
- 41：リレー光学系
- 42：アーチャー

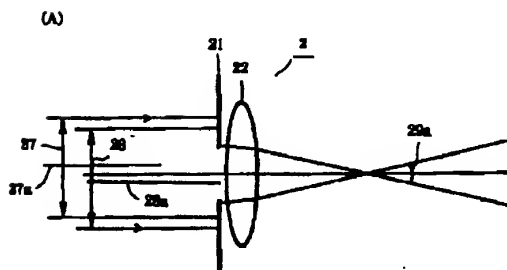
【図1】



【図3】

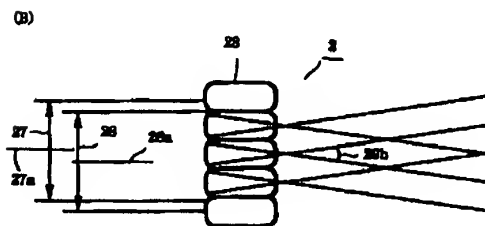
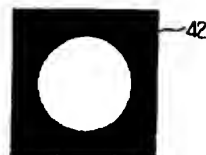


【図2】

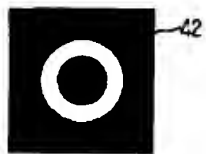


(A)

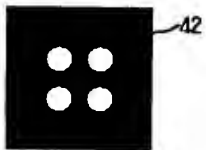
【図4】



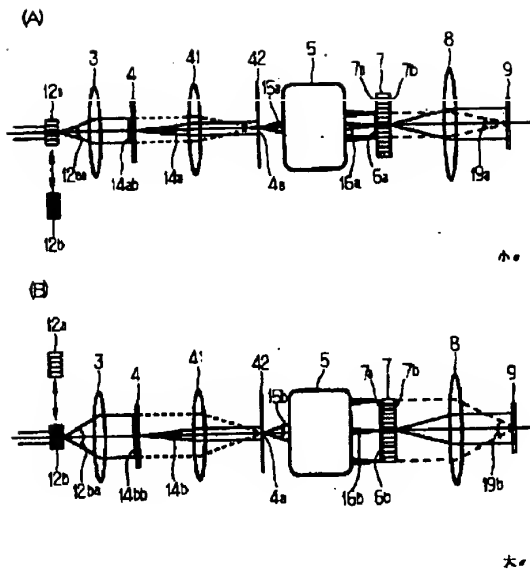
(B)



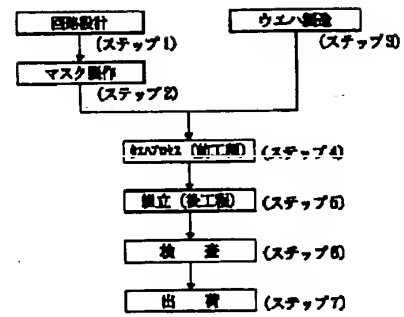
(C)



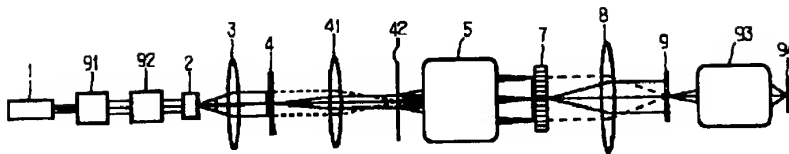
【図5】



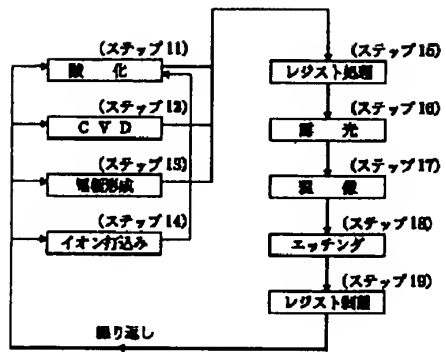
【図7】



【図6】



【図8】



【図9】

